



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 28 669 A 1

51 Int. Cl.7:
H 01 L 29/739
H 01 L 21/331

21 Aktenzeichen: 198 28 669.4
22 Anmeldetag: 26. 6. 1998
43 Offenlegungstag: 5. 1. 2000

DE 198 28 669 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Stoisiek, Michael, 85521 Ottobrunn, DE; Vietzke,
Dirk, 81673 München, DE

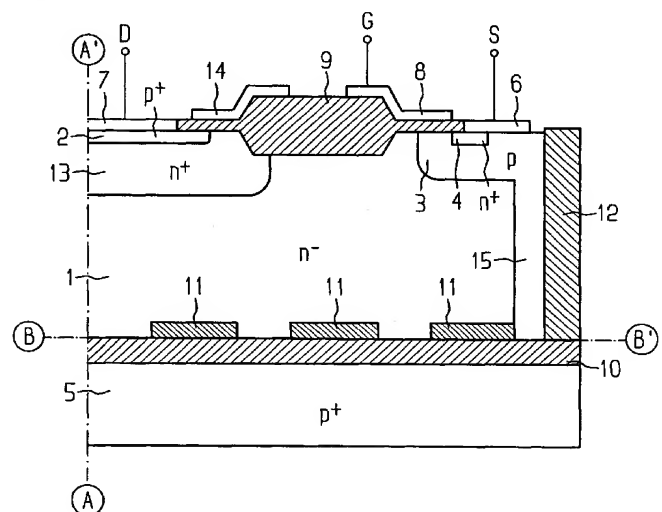
66 Entgegenhaltungen:
EP 03 38 312 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lateraler IGBT in SOI-Bauweise und Verfahren zur Herstellung

57 Es wird ein lateraler IGBT in SOI-Bauweise mit einer Oberseite und einer Unterseite vorgeschlagen, wobei eine an die Oberseite reichende Drainzone vom ersten Leitfähigkeitstyp ist. Die Unterseite des IGBT bildet ein Substrat des zweiten Leitfähigkeitstyps. Zwischen dem Substrat und der Drainzone befindet sich eine laterale Isolationsschicht. In der Drainzone befinden sich in der Nähe der lateralen Isolationsschicht zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps, wobei diese lateral ausgebildeten Bereiche in einer Ebene liegend zueinander beabstandet sind.



DE 198 28 669 A 1

Die Erfindung betrifft einen lateralen IGBT in SOI-Bauweise mit einer Ober- und einer Unterseite, wobei an die Oberseite eine Drainzone eines ersten Leitfähigkeitstyps reicht. In die Drainzone ist eine an die Oberseite reichende Anodenzone eines zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen. Weiterhin ist in die Drainzone eine an die Oberseite reichende Basiszone eines zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen, in welcher eine, an die Oberseite reichende Sourcezone des ersten Leitfähigkeitstyps eingelassen ist. Die Unterseite des lateralen IGBT (LIGBT) bildet ein Substrat des zweiten Leitfähigkeitstyps. Zwischen der Drainzone und dem Substrat ist eine laterale Isolationsschicht vorgesehen. In der Drainzone ist in der Nähe der Isolationsschicht zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps vorgesehen.

Schaltungsanordnungen mit Leistungshalbleiterschaltern werden im automobilen Bereich, im Telekommunikationsbereich, im Consumerbereich sowie zur Laststeuerung und vielen weiteren Anwendungen eingesetzt. Der LIGBT ist einer der meist verwendeten Bauteile in derartigen Schaltungsanordnungen. Mit LIGBTs kann aufgrund der langen Driftzone eine hohe Blockierspannung erzielt werden, wobei jedoch die Stromtragfähigkeit im Vergleich zu einem vertikalen IGBT unbefriedigend ist.

Um eine geforderte Sperrspannung bei einer vorgegebenen Dicke der Drainzone gewährleisten zu können, wird eine geeignete Dotierung der Drainzone vorgenommen. Dabei wird die Blockierspannung nicht nur von der Drainzone aufgenommen, sondern auch zu einem bedeutenden Anteil durch die darunter liegende Isolationsschicht. **Fig. 1** zeigt einen Aufbau eines LIGBT nach dem Stand der Technik. Eine derartige Anordnung ist beispielsweise in Proceedings of 1995 International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs, Yokohama, Pages 325–329 beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen lateralen IGBT in SOI-Bauweise mit einer Oberseite und einer Unterseite, wobei an die Oberseite eine Drainzone **1**, die schwach n-dotiert ist, reicht. In die Drainzone **1** ist eine an die Oberseite reichende Drainextension **13** eingelassen, die stark n-dotiert ist. Eine p-dotierte Anodenzone **2** liegt in der Drainextension **13** und reicht ebenfalls an die Oberseite. Weiterhin ist in die Drainzone **1** eine an die Oberseite reichende Basiszone **3**, die ebenfalls p-dotiert ist, eingelassen, in welcher ihrerseits eine an die Oberseite reichende Sourcezone **4** vom n-Typ eingelassen ist. Die Unterseite des Halbleiterbauelements bildet ein Substrat **5**, das stark p-dotiert ist. Weiterhin ist eine Sourceelektrode **6** vorgesehen, die in Kontakt mit der Sourcezone **4** sowie der Basiszone **3** steht. Eine Drainelektrode **7** steht in Kontakt mit der Anodenzone **2**. Auf der Oberseite des Halbleiterbauelements ist eine Gate-Isolierschicht **9** angeordnet, die zwischen der Sourcezone **4** und der Anodenzone **2** gelegen ist. Auf dieser Gate-Isolierschicht **9** befinden sich eine Gateelektrode **8** sowie eine Feldplatte **14**. Weiterhin ist zwischen der Drainzone **1** und dem Substrat **5** eine laterale Isolationsschicht **10** vorgesehen. Das Halbleiterbauelement weist weiterhin an seiner Seite einen grabenförmig ausgebildeten Isolationsbereich **12** auf, der von der Oberseite bis zu der lateralen Isolationsschicht **10** reicht. Der LIGBT weist weiterhin eine p-Diffusion an der Seite der Trench-Isolation **12** auf. Die Basiszone **3**, die Sourcezone **4** sowie der unter der Gateelektrode **8** befindliche Bereich sind mit dem vertikal verlaufenden Bereich **15** (p-Diffusion) verbunden. Die Anodenzone **2** sowie die darauf befindliche Drainelektrode **7** sind in der Mitte des LIGBT angeordnet. Der in **Fig. 1** im Querschnitt gezeigte LIGBT weist in seiner Draufsicht in der Regel eine fingerförmige Form auf.

Im folgenden wird die Funktionsweise des LIGBT aus **Fig. 1** erläutert. Wird an die Gateelektrode eine Spannung angelegt, so gelangen Elektronen von der Sourcezone **4** in die Drainzone **1**. Damit wird der laterale PNP-Transistor **2**, **1**, **3** angesteuert, der seinerseits Löcher in die Drainzone **1** injiziert.

Will man das Bauelement abschalten, müssen die beweglichen Ladungsträger aus der Drainzone **1** entfernt werden. Dieser Ausräumvorgang macht sich durch einen Stromfluß nach dem Abschalten der Gatespannung bemerkbar.

In **Fig. 2** ist ein typischer Verlauf von Drainspannung und Drainstrom über der Zeit beim Ausschalten dargestellt. Kennzeichnend für ein derartiges Bauelement ist, daß während des Abschaltens die Spannung am Bauelement nicht monoton auf seinen Sperrspannungswert ansteigt, sondern zunächst schnell bis zu einem mittleren Niveau steigt, dann für einige Zeit mit einem wesentlich geringerem Spannungsanstieg fort fährt, um dann endgültig auf den Wert der Sperrspannung anzusteigen. Erst nachdem die volle Sperrspannung am Halbleiterbauelement anliegt, kann der Strom auf 0 abfallen. Die Ursache des terrassenförmigen Spannungsanstiegs liegt im zunächst lateralen, dann im vertikalen Ausräumen der Speicherladung während des Abschaltvorganges. Die Folge dieses terrassenförmigen Spannungsverlaufes ist eine ungünstige Verlustleistungsbilanz des LIGBT beim Ausschalten.

Eine Lösung dieses Problems läßt sich dadurch erzielen, daß am Boden der dielektrisch isolierten Wanne eine hochdotierte p-diffundierte Zone eingebracht wird. Die hochdotierte p-diffundierte Zone würde folglich zwischen Drainzone **1** und der lateralen Isolationsschicht **10** liegen und mit dem vertikal verlaufenden p-dotierten Bereich **15** in Berührung stehen. Ein LIGBT mit einer derartigen p-diffundierten Schicht ist aus Proceedings of 1997 International Symposium on Power Semiconductor Devices & ICs, Pages 313–316 bekannt. Das Einbringen einer derartigen hochdotierten p-diffundierten Zone hat zur Folge, daß die Terrassenphase bei einer wesentlich geringeren Drainspannung auftritt und somit die Verlustleistung wesentlich reduziert wird. Bekanntermaßen berechnet sich die Verlustleistung während des Ausschaltvorganges nach der Formel

$$P_{\text{off}} = I \cdot \int U \cdot dt$$

Der Nachteil dieser Anordnung – im Vergleich zu der in **Fig. 1** gezeigten – besteht darin, daß bei gleicher Dicke der Drainzone **1** die Sperrfähigkeit des LIGBT stark reduziert wird. Die Ursache für die Verringerung der Sperrfähigkeit liegt darin, daß durch die hochdotierte Schicht am Boden der dielektrisch isolierten Wanne kein Eindringen des elektrischen Feldes in die Oxidisation des sperrspannungsbelasteten LIGBT möglich ist.

Die der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe besteht deshalb darin, einen lateralen IGBT in SOI-Bauweise zu entwickeln, der im Vergleich zum Stand der Technik geringere Ausschaltverluste aufweist ohne dabei gleichzeitig die Sperrspannung zu erniedrigen. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen lateralen IGBTs angegeben werden.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. mit den Schritten des Patentanspruchs 17 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Der erfindungsgemäße laterale IGBT in SOI-Bauweise mit einer Ober- und einer Unterseite weist eine an die Oberseite reichende Drainzone eines ersten Leitfähigkeitstyps auf. In die Drainzone ist eine an die Oberseite reichende

Anodenzone eines zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen. Weiterhin ist in die Drainzone eine an die Oberseite reichende Basiszone des zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen, in welcher eine, an die Oberseite reichende Sourcezone des ersten Leitfähigkeitstyps eingelassen ist. Die Unterseite des LIGBT bildet ein Substrat des zweiten Leitfähigkeitstyps. Der LIGBT weist eine Sourceelektrode auf, die in Kontakt mit der Sourcezone und der Basiszone steht. Weiterhin beinhaltet er eine Drainelektrode, die in Kontakt mit der Anodenzone steht. Eine Gate-Isolierschicht, die auf der Oberseite angeordnet ist, ist zwischen der Sourcezone und der Anodenzone gelegen. Auf der Gate-Isolierschicht ist eine Gateelektrode angeordnet. Zwischen der Drainzone und dem Substrat ist eine laterale Isolationsschicht vorgesehen.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß in der Drainzone in der Nähe der Isolationsschicht zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps vorgesehen ist. Dieser lateral ausgebildete Bereich ist dabei flächenmäßig kleiner als die vorgesehene laterale Isolations-schicht.

Diese Anordnung hat den Vorteil, daß der terrassenförmige Verlauf im Spannungsanstieg beim Ausschalten des LIGBT zu einem niedrigeren Spannungswert hin verschoben wird und dabei gleichzeitig die Terrassenphase verkürzt wird. Hieraus resultiert eine geringere Verlustleistung. Gleichzeitig bleibt jedoch die maximale Sperrspannung erhalten, wie sie bei einem LIGBT gemäß Fig. 1 erzielt wird.

Die Ursache, daß die Ausschaltverluste verringert werden können ohne dabei gleichzeitig die maximale Sperrspannung herabzusetzen, liegt darin, daß die vorgesehenen lateral ausgebildeten Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps in der Nähe der lateralen Isolationsschicht in Source-Drain-Richtung ausgebildet sind und dabei Unterbrechungen aufweisen und somit flächenmäßig nicht die gesamte laterale Isolationsschicht überdecken. Zumindest Teilbereiche der Drainzone stehen somit in Berührung mit der lateralen Isolationsschicht. Diese Unterbrechungen ermöglichen es dem elektrischen Feld beim sperrspannungsbelasteten LIGBT in das Isolationsoxid einzudringen. Das Eindringen des elektrischen Feldes in das Isolationsoxid ist vor allem für die Sperrspannungsfestigkeit von Relevanz. Andererseits ermöglichen es die lateral ausgebildeten Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps die Speicherladung beim Abschalten des LIGBT schneller auszuräumen und somit die Abschaltverluste zu reduzieren.

In einer Weiterbildung weist der LIGBT eine vertikale und isolierende Begrenzung auf, die grabenförmig ausgebildet ist und von der Oberseite bis zu der lateralen Isolierschicht reicht. Dieser vertikale (grabenförmige) Isolationsbereich ermöglicht es, den LIGBT mit beliebigen anderen Halbleiterbauelementen (z. B. Logikelementen) auf einem Halbleitersubstrat zu integrieren.

In einer weiteren Ausgestaltung des LIGBT liegt die Anodenzone in einer an die Oberseite angrenzende Drainextension des ersten Leitfähigkeitstyps. Diese Drainextension weist in Vergleich zur Drainzone eine höhere Dotierung auf und dient dazu, die Raumladungszone beim Abschalten des LIGBT von der Anodenzone fernzuhalten.

In einer Weiterbildung weist der LIGBT auf der Gate-Isolierschicht eine die Drainextension überdeckende Feldplatte auf. Dadurch wird eine günstige Beeinflussung des elektrischen Feldes innerhalb des LIGBT erzielt.

In einer weiteren Ausgestaltung weist der LIGBT einen vertikal verlaufenden Bereich vom zweiten Leitfähigkeitstyp auf, der an den grabenförmig ausgebildeten Isolationsbereich anstößt. Der vertikal verlaufende Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps steht dabei in Verbindung mit der Ba-

siszone. Diese dient dazu, die Inversionsschicht auf der Unterseite des LIGBT zu steuern. Wenn der LIGBT sich im Blockierzustand befindet, wird der Übergang zwischen dem vertikal verlaufenden Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps und der Drainzone des ersten Leitfähigkeitstyps rückwärts gesteuert und verhindert auf diese Weise die Bildung einer Inversionsschicht zwischen der Drainzone und der lateralen Isolationsschicht.

Weiterhin ist der LIGBT in einer vorteilhaften Ausgestaltung dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat auf einem festen Potential liegt. Dieses kann eine feste Spannung sein oder vorteilhafterweise die Masse sein. Es ist jedoch auch denkbar, daß das Potential floatet. In diesem Fall kann das Substrat eine höhere Sperrspannung aufnehmen. Der grabenförmig ausgebildete Isolationsbereich sollte auf dem niedrigsten Potential des Bauelements liegen. Vorzugsweise wird der grabenförmig ausgebildete Isolationsbereich mit dem Massepotential verbunden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist der LIGBT in lateraler Ausrichtung spiegelsymmetrisch aufgebaut. Dabei liegen die Anodenzone und die darauf befindliche Drainelektrode in der Mitte des Halbleiterbauelementes. Die grabenförmig ausgebildeten Isolationsbereiche bilden dabei die seitliche äußere Begrenzung des LIGBT. Vorteilhaft ist es, wenn der LIGBT eine fingerförmige Form aufweist, da bei einer Parallelschaltung mehrerer LIGBTs auf einem Halbleitersubstrat hierdurch eine besonders flächeneffiziente Ausnutzung erzielt werden kann.

Die in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche weisen in einer weiteren Ausgestaltung eine polygonale Form auf und sind regelmäßig, in einer Ebene liegend, zueinander beabstandet. Die lateralen Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps können dabei eine beliebige Form aufweisen, sofern sichergestellt ist, daß jeweils zwei nebeneinander liegende laterale Bereiche in einem gewissen Abstand zueinander beabstandet sind. Vorteilhaft ist es, wenn die Anordnung in einer regelmäßigen Abfolge erfolgt. Die Form der lateralen Bereiche kann dabei quadratisch, rechteckig, achteckig oder auch rund sein.

In einer anderen Ausgestaltung weisen die in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche eine an den Umfang des LIGBT angepaßte Form auf und sind in einer Ebene liegend, gleich zu einander beabstandet. Besitzt der LIGBT z. B. eine fingerförmige Umrandung, so sind die in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche ebenfalls fingerförmig, wobei der dem grabenförmigen vertikalen Isolationsbereich am nächsten liegende laterale Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps den größten Umfang aufweist, während der der Symmetrieachse am nächsten liegende laterale Bereich des zweiten Leitfähigkeitstyps den kleinsten Umfang aufweist. Auch bei dieser Anordnung muß wiederum sichergestellt sein, daß die lateralen Bereiche in einem gewissen Abstand zueinander liegen, so daß das Eindringen des elektrischen Feldes in die laterale Isolationsschicht möglich ist. Vorteilhafterweise ist die Beabstandung der einzelnen lateralen Bereiche zueinander regelmäßig angeordnet.

Eine besonders leichte Herstellung des erfindungsgemäßen LIGBTs ist möglich, wenn die in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps an die laterale Isolationsschicht angrenzen. Dies ist jedoch nicht zwangsweise notwendig.

Ebenso ist es denkbar, daß in einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen LIGBT die in der Drainzone dem Rand am nächsten liegenden lateralen Bereiche in Berührung mit dem grabenförmig ausgebildeten Isolationsbereich stehen.

Die laterale Form des LIGBT kann rund oder fingerförmig sein. Die fingerförmige Form ist aufgrund einer effekti-

ven Flächenausnutzung bei der Parallelschaltung mehrerer IGBTs von Vorteil. Der IGBT ist jedoch nicht auf diese lateralen Formen beschränkt. Es sind auch andere Formen denkbar.

Es ist von Vorteil, sowohl die laterale Isolationsschicht als auch den grabenförmigen Isolationsbereich aus SiO_2 herzustellen, da in diesem Fall bekannte Herstellungsverfahren verwendet werden können und eine besonders einfache Herstellung möglich ist.

Es hat sich herausgestellt, daß es besonders vorteilhaft ist, die Ladungsträgerdichte der in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche zwischen einmal 10^{17} und einmal 10^{19} auszuführen.

Die Herstellung des erfindungsgemäßen LIGBT kann mittels der folgenden Schritte auf einfache Weise durchgeführt werden, ohne daß die Herstellungsschritte gegenüber einem konventionellen lateralen IGBT stark abgewandelt werden müßten.

Im ersten Schritt wird in der Drainzone zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich vom zweiten Leitfähigkeitstyp erzeugt. Ist nur ein lateraler Bereich vorgesehen, so muß dieser kleiner als die spätere dielektrische Wanne ausgeführt sein. Sind mehrere laterale Bereiche vorgesehen, so sind diese gegeneinander beabstandet. Die in der Drainzone vorgesehenen lateralen Bereiche können dabei z. B. eine polygonale oder eine an die Form des lateralen IGBT angepaßte Form aufweisen und sind vorteilhaft regelmäßig in einer Ebene liegend zueinander beabstandet. Die vorgesehenen lateralen Bereiche können dabei sowohl durch eine Diffusion als auch durch eine photolackmaskierte Implantation hergestellt werden. Die Verwendung von Bor ist zweckmäßig.

Es ist vorteilhafter, für die vorgesehenen lateralen Bereiche in der Drainzone eine polygonale Form zu wählen, und diese regelmäßig zueinander zu beabstanden, da dieser Herstellungsschritt unabhängig von der späteren Platzierung der auf der gegenüberliegenden Seite der Drainzone gefertigten IGBT-Struktur durchgeführt werden kann. Bei einer an die Form des LIGBT angepaßten lateralen Bereiche ist darauf zu achten, daß diese derart auf die Drainzone, Anodenzone sowie Basis- und Sourcezone justiert sind, daß die lateralen Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps spiegelsymmetrisch im fertigen LIGBT angeordnet sind. Für den Fall, daß die Bodendotierung der lateralen Bereiche in der Drainzone eine polygonale Form aufweist und die Größe der einzelnen dotierten Polygone deutlich kleiner als die laterale Ausdehnung des Bauelementes ist, brauchen dem hingegen die dielektrischen Wannen mit den auf der Oberseite befindlichen Bauelementen nicht auf das Muster der dotierten lateralen Bereiche justiert zu sein.

In einem zweiten Schritt wird die laterale Isolationsschicht auf eine das Substrat bildende Halbleiterscheibe vom zweiten Leitfähigkeitstyp aufgebracht. Es ist vorteilhaft die laterale Isolationsschicht auf die das Substrat bildende Halbleiterscheibe aufzubringen, da aufgrund der unterschiedlich dotierten Oberflächenbereiche der Drainzone eine unterschiedlich dicke Oxidschicht entstehen würde, die das Aufbringen des Substrats auf die laterale Isolationsschicht erschweren würden. Nach dem Rückdünnen der Seite der Drainzone, die die spätere Oberseite des LIGBT mit der Elektrode bildet, wird der Verbund von der lateralen Isolationsschicht und dem Substrat mit der der Oberseite der Drainzone gegenüberliegenden Seite verbunden. Anschließend werden auf der von der lateralen Isolationsschicht abgewandten Seite der Drainzone, die Anodenzone, die Basiszone sowie die Sourcezone in bekannter Weise erzeugt. Die weiteren Schritte entsprechen der Herstellung eines konventionellen lateralen IGBT, z. B. das Erzeugen eines graben-

förmig ausgebildeten Isolationsbereichs sowie das Anbringen der notwendigen Elektroden bzw. Feldplatten.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der **Fig. 1** bis **4b** erklärt.

Es zeigen:

Fig. 1 einen lateralen IGBT gemäß dem Stand der Technik im Querschnitt,

Fig. 2 den Verlauf von Drainspannung und Drainstrom über der Zeit beim Abschalten eines lateralen IGBT im Prinzip,

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen lateralen IGBT im Querschnitt und

Fig. 4a und **4b** Ausführungsbeispiele einer Anordnung der lateral ausgebildeten Bereiche des zweiten Leitfähigkeitstyps in der Drainzone in Draufsicht.

Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemäßen lateralen IGBT im Querschnitt. Dieser weist eine an die Oberseite reichende Drainzone **1** eines ersten Leitfähigkeitstyps auf. In die Drainzone **1** ist eine an die Oberseite reichende Anodenzone **2** eines zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen. Weiterhin ist in die Drainzone **1** eine an die Oberseite reichende Basiszone **3** des zweiten Leitfähigkeitstyps eingelassen in welcher eine, an die Oberseite reichende Sourcezone **4** des ersten Leitfähigkeitstyps eingelassen ist. Die Unterseite des LIGBT bildet ein Substrat **5** des zweiten Leitfähigkeitstyps. Eine Sourceelektrode **6** steht im Kontakt mit der Sourcezone **4** und der Basiszone **3**. Eine Drainelektrode **7** steht im Kontakt mit der Anodenzone **2**. Auf der Oberseite des LIGBT ist eine Gate-Isolierschicht **9** angeordnet, die zwischen der Sourcezone **4** und der Anodenzone **2** gelegen ist. Auf der Gate-Isolierschicht **9** ist eine Gateelektrode **8** angeordnet. Zwischen der Drainzone **1** und dem Substrat **5** ist eine laterale Isolationsschicht **10** vorgesehen. Weiterhin weist der LIGBT eine grabenförmige, vertikale Isolationsschicht **12** auf, die von der Oberseite des LIGBT bis zu der lateralen Isolationsschicht **10** reicht. Diese weist das niedrigste Potential des Halbleiterbauelementes auf, sie liegt vorzugsweise auf Massepotential. An diese grabenförmige Isolationsschicht **12** grenzt ein Bereich vom zweiten Leitfähigkeitstyp **15**, der auch mit der Basiszone **3** in Verbindung ist. Die Anodenzone **2** liegt in einer an die Oberseite angrenzenden Drainextension **13** des ersten Leitfähigkeitstyps, wobei die Dotierung der Drainextension **13** im Vergleich zur Drainzone **1** wesentlich höher ist. Weiterhin ist auf der Gate-Isolierschicht **9** eine die Drainextension überdeckende Feldplatte **14** vorgesehen.

Der LIGBT weist weiterhin lateral ausgebildete Bereiche **11** des zweiten Leitfähigkeitstyps auf, welche in einer Ebene liegend gleich zueinander beabstandet sind. Die lateral ausgebildeten Bereiche **11** des zweiten Leitfähigkeitstyps grenzen an die laterale Isolationsschicht **10**. Dies hat zur Folge, daß die lateral ausgebildeten Bereiche **11** auf dem gleichen Potential wie die laterale Isolationsschicht **10** liegen.

Es ist auch denkbar, daß die lateral ausgebildeten Bereiche **11** innerhalb der Drainzone **1** in einer Ebene liegend und gleich zueinander beabstandet sich befinden. Jedoch ist es notwendig, daß die lateral ausgebildeten Bereiche **11** in der Nähe der lateralen Isolationsschicht **10** liegen. Der LIGBT weist einen bezüglich der Achse A-A' spiegelsymmetrischen Aufbau auf. In **Fig. 3** sind drei nebeneinander liegende laterale Bereiche **11** des zweiten Leitfähigkeitstyps dargestellt. Insgesamt liegen folglich sechs lateral ausgebildete Bereiche **11** in der Drainzone in einer Ebene nebeneinander. Es ist jedoch auch denkbar, daß mehr oder weniger dieser lateral ausgebildeten Bereiche **11** in der Drainzone **1** vorgesehen sind. Es muß dabei nur sichergestellt sein, daß an manchen Stellen die laterale Isolationsschicht **10** in Berührung mit der Drainzone **1** steht. Diese Unterbrechungen

sind notwendig, um das Eindringen des elektrischen Feldes bei dem sperrspannungsbelasteten IGBT in die laterale Isolations-schicht **10** zu ermöglichen, da ansonsten die Sperrfähigkeit des Bauelementes herabgesetzt werden würde. Die lateral vorgesehenen Bereiche **11** tragen andererseits dazu bei, die Speicherladung beim Ausschalten des LIGBTs schneller aus der Raumladungszone aus zuräumen und somit die Abschaltverluste zu verringern.

Fig. 4a und **Fig. 4b** zeigen den erfindungsgemäßen lateralen IGBT in Draufsicht gemäß **Fig. 3** entlang der Linie B-B'. **Fig. 4a** zeigt die in die Drainzone **1** eingelassenen lateralen Bereiche **11** vom zweiten Leitfähigkeitstyp. Die lateralen Bereiche **11** weisen dabei eine an die Form des LIGBT angepaßte Form auf, d. h. sie sind fingerförmig. In der Figur sind vier fingerförmige lateral ausgebildete Bereiche **11** in einer Ebene liegend gleich zueinander beabstandet. In dieser Ansicht geht der spiegelsymmetrische Aufbau des LIGBT vor.

Fig. 4b zeigt die in der Drainzone **1** liegenden lateralen Bereiche **11**. Diese lateral ausgebildeten Bereiche **11** weisen eine rechteckige Form auf und sind gleich zueinander beabstandet. Die Form der lateral ausgebildeten Bereiche **11** könnte auch rund, dreieckig oder aber polygonal sein.

In beiden Fällen ermöglichen die zueinander beabstandeten lateralen Bereiche **11** vom zweiten Leitfähigkeitstyp das Eindringen des elektrischen Feldes in die laterale Isolations-schicht **10** (nicht gezeigt). Der Vorteil der Anordnung der lateralen Bereiche **11** gemäß **Fig. 4b** gegenüber **Fig. 4a** besteht darin, daß wenn die Größe der einzelnen lateral ausgebildeten Bereiche deutlich kleiner als die laterale Ausdehnung des LIGBT ist, diese lateralen Bereiche nicht auf die Anordnung von Basiszone, Anodenzone usw. justiert sein müssen. Das Muster der lateral ausgebildeten Bereiche **11** kann bereits während der Waferfertigung über die gesamte Oberfläche aufgebracht werden. Dies hat zur Folge, daß die lateral ausgebildeten Bereiche auch auf der Unterseite an Stellen, an denen eine Logik-Schaltungs-anordnung vorgesehen ist, vorhanden sind. Sie haben jedoch keine Auswirkungen auf die Logikschaltung, da deren Funktion hauptsächlich von oberflächennahen Wirkungen bestimmt ist.

Bei einer an die laterale Ausdehnung des IGBT angepaßte Form der lateral ausgebildeten Bereiche **11** ist darauf zu achten, daß diese auf die auf der Oberseite angeordneten Bereiche justiert ist, da die Forderung eines spiegelsymmetrischen Aufbaus erfüllt sein muß. Diese Forderung erhöht die Komplexität bei der Herstellung des erfindungsgemäßen LIGBTs.

In **Fig. 3** ist der LIGBT mit einer n-dotierten Drainzone dargestellt. Die Dotierungen der anderen Bereiche sind in entsprechender Form angegeben. Es ist jedoch auch denkbar, daß die Dotierung der Drainzone vom entgegengesetzten Leitungstyp, d. h. vom p-dotierten Typ, ist. Die übrigen Bereiche sind entsprechend dotiert.

Bezugszeichenliste

- 1** Drainzone
- 2** Anodenzone
- 3** Basiszone
- 4** Sourcezone
- 5** Substrat
- 6** Sourceelektrode
- 7** Drainelektrode
- 8** Gateelektrode
- 9** Gate-Isolierschicht
- 10** laterale Isolations-schicht
- 11** lateral ausgebildeter Bereich
- 12** grabenförmiger Isolationsbereich

- 13** Drainextension
- 14** Feldplatte
- 15** vertikal verlaufender Bereich

Patentansprüche

1. Lateral IGBT in SOI-Bauweise mit einer Oberseite und einer Unterseite mit

- a) einer an die Oberseite reichenden Drainzone (**1**) eines ersten Leitfähigkeitstyps,
- b) eine in die Drainzone (**1**) eingelassene, an die Oberseite reichende Anodenzone (**2**) eines zweiten Leitfähigkeitstyps,
- c) einer in die Drainzone (**1**) eingelassenen und an die Oberseite reichenden Basiszone (**3**) des zweiten Leitfähigkeitstyps, in welcher eine, an die Oberseite reichende Sourcezone (**4**) des ersten Leitfähigkeitstyp eingelassen ist,
- d) einem die Unterseite bildenden Substrat (**5**) des zweiten Leitfähigkeitstyps,
- e) einer Sourceelektrode (**6**), die in Kontakt mit der Sourcezone (**4**) und der Basiszone (**3**) steht,
- f) einer Drainelektrode (**7**), die in Kontakt mit der Anodenzone (**2**) steht,
- g) einer Gate-Isolierschicht (**9**), die auf der Oberseite angeordnet ist, die zwischen der Sourcezone (**4**) und der Anodenzone (**2**) gelegen ist,
- h) einer Gateelektrode (**8**), die auf der Gate-Isolierschicht (**9**) angeordnet ist,
- i) einer zwischen der Drainzone (**1**) und dem Substrat (**5**) vorgesehenen lateralen Isolations-schicht (**10**),

dadurch gekennzeichnet, daß in der Drainzone (**1**) in der Nähe der Isolations-schicht (**10**) zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich (**11**) des zweiten Leitfähigkeitstyps vorgesehen ist.

2. Lateral IGBT nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als vertikale Begrenzung ein grabenförmig ausgebildeter, von der Oberseite bis zu der lateralen Isolierschicht (**10**) reichender Isolationsbereich (**12**) vorgesehen ist.

3. Lateral IGBT nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anodenzone (**2**) in einer an die Oberseite angrenzende Drainextension (**13**) des ersten Leitfähigkeitstyps liegt.

4. Lateral IGBT nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Gate-Isolierschicht (**9**) eine die Drainextension (**13**) überdeckende Feldplatte (**14**) vorgesehen ist.

5. Lateral IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (**5**) auf einem festen Potential liegt.

6. Lateral IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der grabenförmig ausgebildete Isolationsbereich (**12**) an einen vertikal verlaufenden Bereich (**15**) vom zweiten Leitfähigkeitstyp stößt.

7. Lateral IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der grabenförmig ausgebildete Isolationsbereich (**12**) auf dem niedrigsten Potential liegt.

8. Lateral IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Aufbau in lateraler Ausrichtung spiegelsymmetrisch ist.

9. Lateral IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Drainzone (**1**) vorgesehenen lateralen Bereiche (**11**) eine polygonale Form aufweisen und regelmäßig in einer

Ebene liegend zueinander beabstandet sind.

10. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Drainzone (1) vorgesehenen lateralen Bereiche (11) eine an den Umfang angepaßte Form aufweisen und in einer Ebene liegend, gleich zueinander beabstandet sind. 5

11. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Drainzone (1) vorgesehenen lateralen Bereiche (11) an die laterale Isolationsschicht (10) angrenzen. 10

12. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Drainzone (1) den Rand am nächsten liegenden lateralen Bereiche (11) in Berührung mit dem vertikal ausgebildeten Bereich (15) des zweiten Leitfähigkeitstyps stehen. 15

13. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die laterale Form des IGBT rund oder fingerförmig ist.

14. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die laterale Isolierschicht (10) aus SiO_2 besteht. 20

15. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die grabenförmige Isolierschicht (12) aus SiO_2 besteht.

16. Lateraler IGBT nach einem der Patentansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladungsträgerdichte der in der Drainzone (1) vorgesehenen lateralen Bereiche (11) zwischen $1 \cdot 10^{17}$ und $1 \cdot 10^{19}$ liegt.

17. Verfahren zum Herstellen eines lateralen IGBTs mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, gekennzeichnet durch die Schritte: 30

- a) in der Drainzone (1) zumindest ein lateral ausgebildeter Bereich (11) vom zweiten Leitfähigkeitstyp erzeugt wird,
- b) die laterale Isolationsschicht (10) auf eine das Substrat (5) bildende Halbleiterscheibe vom zweiten Leitfähigkeitstyp aufgebracht wird, 35
- c) der Verbund von der lateralen Isolationsschicht (10) und dem Substrat (5) mit der Oberseite der Drainzone (1) gegenüberliegenden Seite verbunden werden, 40
- d) auf der von der lateralen Isolationsschicht abgewandten Seite der Drainzone (1) die Anodenzone (2), die Basiszone (3) und die Sourcezone (4) in bekannter Weise erzeugt werden. 45

18. Verfahren zum Herstellen eines lateralen IGBTs nach Patentanspruch 17, gekennzeichnet durch den nach Schritt d) folgenden Schritt:

- e) Erzeugen eines grabenförmig ausgebildeten Isolationsbereichs (12) 50

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

FIG 3

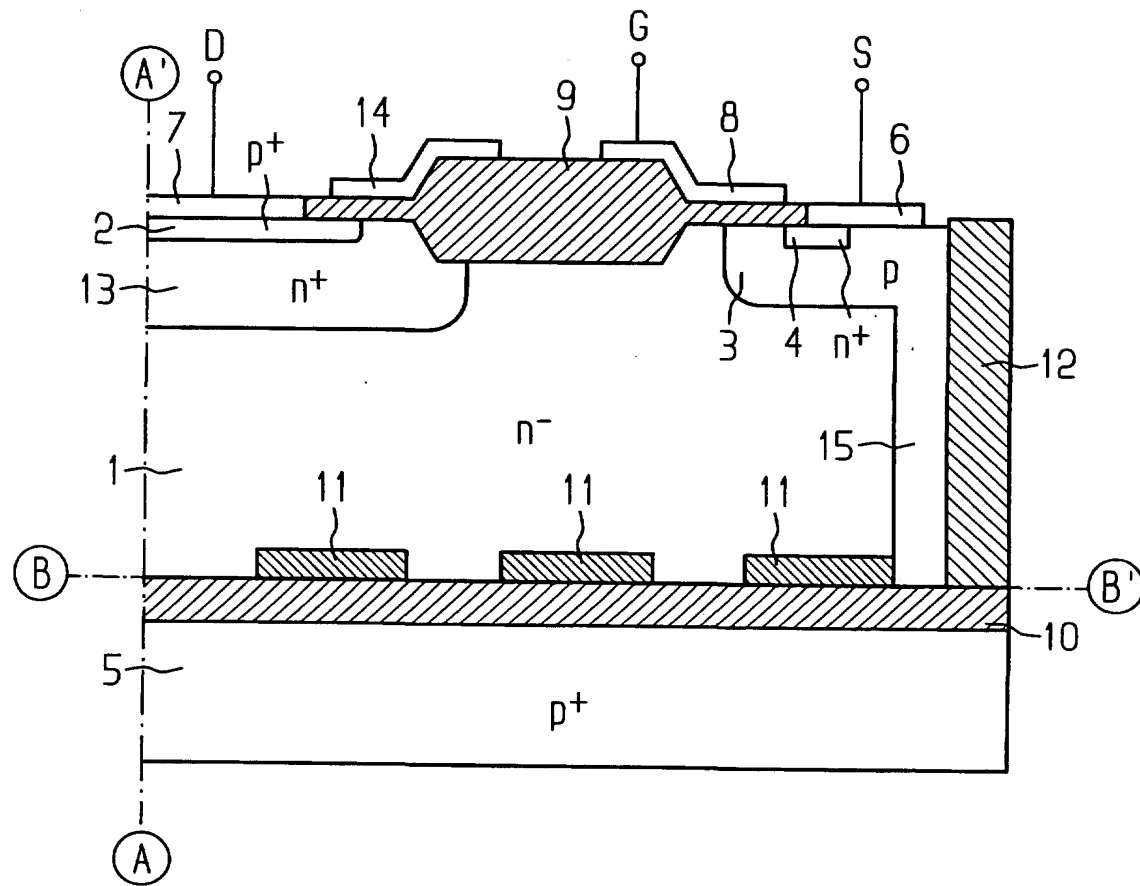


FIG 4A

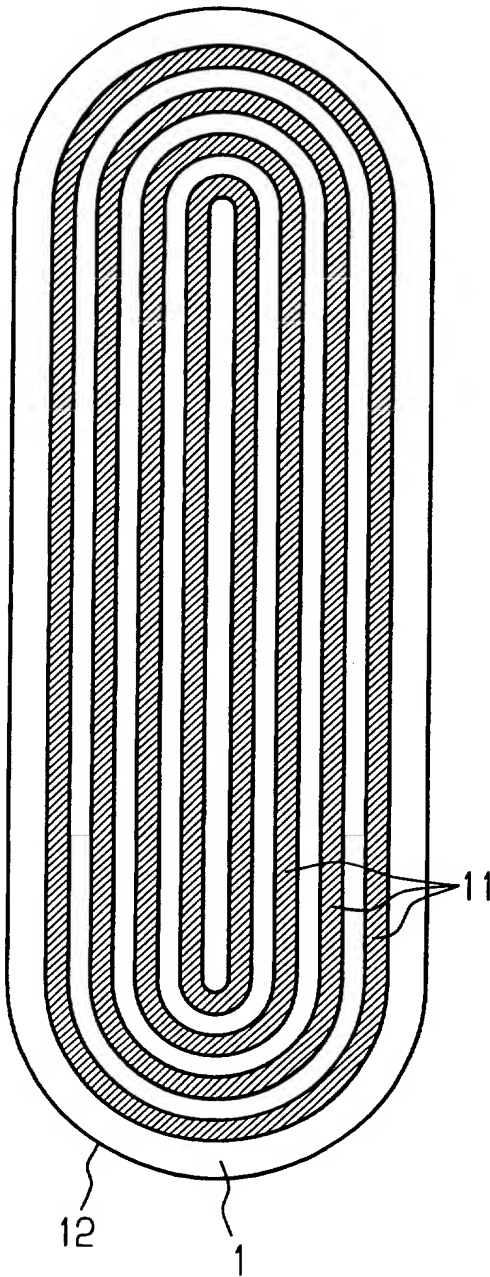


FIG 4B

